

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-132538

(P2001-132538A)

(43)公開日 平成13年5月15日 (2001.5.15)

(51)Int.Cl.  
F 02 G 5/00  
F 01 N 5/02  
F 02 B 41/10  
F 02 D 21/08  
23/00

識別記号

3 1 1

F I  
F 02 G 5/00  
F 01 N 5/02  
F 02 B 41/10  
F 02 D 21/08  
23/00

テマコト(参考)

B 3 G 0 6 2

F 3 G 0 9 2

Z

3 1 1 B

D

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-313508

(22)出願日 平成11年11月4日 (1999.11.4)

(71)出願人 598150950

河村 英男

神奈川県高座郡寒川町岡田8-13-5

(72)発明者 河村 英男

神奈川県高座郡寒川町岡田8-13-5

Fターム(参考) 3G062 AA00 BA00 CA06 ED08 ED09

CA05 GA06 GA10

3G092 AA17 AA18 AB02 AB03 AB08

AC02 AC08 DB03 DB04 DC09

DE18S FA17 FA24 HA11Z

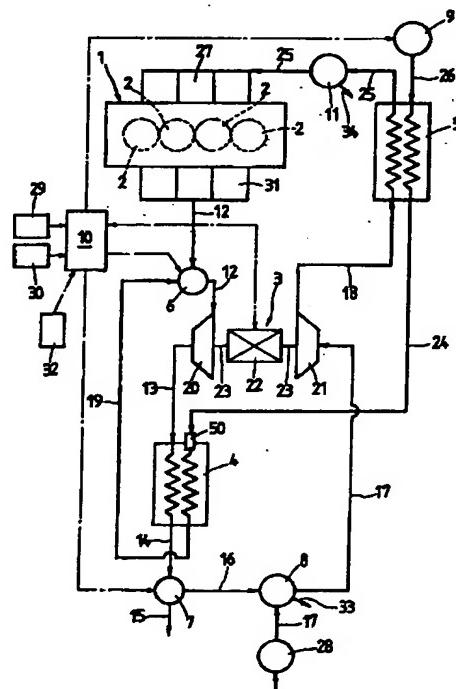
HD01Z HD07X HE01Z

(54)【発明の名称】 エネルギ回収装置を備えたエンジン

(57)【要約】

【課題】 このエネルギー回収装置を備えたエンジンは、熱交換器で回収した排気ガスの熱エネルギーをタービンを駆動して回収して熱効率を向上させ、排気ガスの一部をEGRガスとして燃焼室に供給し、NO<sub>x</sub>の発生を低減する。

【解決手段】 このエンジンは、排気ガスで駆動されるターボチャージャ3のタービン20の後流に熱交換器4、熱交換器4で冷却された排気ガスの一部をEGRガスとして燃焼室2に送り込むためのEGR制御弁7、コンプレッサ21から送り出される吸気を水で冷却する熱交換器5、熱交換器4によって排気ガスエネルギーによって発生した蒸気をタービン20に送り込むための合流制御弁7を有する。熱交換器5で加熱された水は熱交換器4で高温蒸気に変換され、該高温蒸気でタービン20を駆動して排気ガスの熱エネルギーを回収する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室からの排気ガスを流す排気管に設けられたターボチャージャ、前記ターボチャージャのタービンの後流に設けられた第1熱交換器、前記第1熱交換器を通過した前記排気ガスの一部をEGRガスとして前記燃焼室に送り込むため前記排気管に設けられたEGR制御弁、前記コンプレッサから送り出される吸気を水で冷却する第2熱交換器、及び前記第1熱交換器によって排気ガスエネルギーによって発生した排気ガス圧より若干高い圧の蒸気を前記タービンに送り込むため前記タービンの上流側に設けられた合流制御弁から成るエネルギー回収装置を備えたエンジン。

【請求項2】 前記EGR制御弁から送り込まれた前記EGRガスを前記ターボチャージャのコンプレッサを通じて前記燃焼室に送り込むため、前記EGRガスから水分を分離する水分離器が吸気系に設けられていることから成る請求項1に記載のエネルギー回収装置を備えたエンジン。

【請求項3】 前記第2熱交換器に前記水を供給すると共に前記第2熱交換器で加熱された熱湯を前記第1熱交換器に加圧供給する水ポンプ、及び前記第1熱交換器の熱湯導入部に設けられた噴射ノズルを備えていることから成る請求項1に記載のエネルギー回収装置を備えたエンジン。

【請求項4】 前記燃焼室はセラミック材で遮熱構造に構成されていることから成る請求項1に記載のエネルギー回収装置を備えたエンジン。

【請求項5】 前記第2熱交換器を通った前記EGRガスと前記吸入空気から水分を分離する別の水分離器が前記第2熱交換器の後流の吸気管に設けられていることから成る請求項1に記載のエネルギー回収装置を備えたエンジン。

【請求項6】 前記ターボチャージャは、前記タービンと前記コンプレッサとを連結するシャフトに設けられた発電・電動機を有することから成る請求項1に記載のエネルギー回収装置を備えたエンジン。

【請求項7】 前記EGR制御弁は、エンジンの作動状態に応じて前記燃焼室へ供給する前記EGRガスの流量を制御することから成る請求項1に記載のエネルギー回収装置を備えたエンジン。

【請求項8】 前記水ポンプは、エンジンの作動状態に応じて前記第1熱交換器と前記第2熱交換器へ供給する水量を制御することから成る請求項1に記載のエネルギー回収装置を備えたエンジン。

【請求項9】 前記合流制御弁は、エンジンの作動状態に応じて前記タービンへ供給する蒸気流量を制御することから成る請求項1に記載のエネルギー回収装置を備えたエンジン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

50

【発明の属する技術分野】 この発明は、例えば、セラミック材で遮熱構造に構成された燃焼室から排出される排気ガスの一部を燃焼室へ再循環させると共に排気ガスエネルギーを回収するため排気管に設けられたエネルギー回収装置を備えたエンジンに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、ターボチャージャを備えた遮熱型エンジンは、排気系の一段目にタービンとコンプレッサを備えたターボチャージャを設置し、該ターボチャージャの後流に発電機を持つタービンから成るエネルギー回収装置を設置している。該遮熱型エンジンでは、燃焼室が遮熱構造に構成され、燃焼室から排出される排気ガスの熱エネルギーがターボチャージャやエネルギー回収装置によって電力として回収されたり、ターボチャージャのコンプレッサの駆動によって過給することによって回収されている。上記のような遮熱型エンジンに対して排気ガスエネルギーの回収効率を低減させないようなエネルギー回収システムとして、例えば、特開平5-179972号に開示されたものがある。

【0003】 また、コーチェネレーションシステムは、動力を発電機で電気エネルギーとして取り出し、排気ガスが有する熱エネルギーを電力や排気通路に設けた熱交換器で水を加熱して温水にして給湯用として利用している。上記コーチェネレーションシステムとして、例えば、特開平6-33707号公報に開示されたものがある。コーチェネレーションシステムは、定格運転されて負荷変動が小さく、都市部や山間地等で電力供給システムとして利用されることが期待され、排気ガスエネルギーで蒸気を発生させ、該蒸気エネルギーを電気エネルギーとして回収して熱効率を向上させるものであり、排気ガスエネルギーによってターボチャージャを駆動し、該ターボチャージャに設けた発電機から成るエネルギー回収装置を備えている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、燃焼室をセラミックス等の材料で形成した遮熱構造の断熱エンジンでは、排気ガスの温度が高くなるので、排気ガスから熱エネルギーを回収することが熱効率を向上させることになる。一般に、断熱エンジンから排出される排気ガスの温度は900℃程度であり、該排気ガスからエネルギーを回収する方法では、排気タービンを駆動することが効率的である。

【0005】 しかしながら、排気タービンを通過した後の排気ガスは、依然として700℃程度と高温であるので、このまま排気ガスを外部に排出すれば、大きな熱エネルギーを無駄にすることになる。一般に、冷却エンジンでは、エンジン出力が42%，排気ガスによる損失が27%，エンジンの冷却による損失が23%，及びエンジン駆動に伴う機械損失が8%になるのに対し、セラミック材等によって断熱構造に構成した断熱エンジンでは、

ターボチャージャで排気ガスエネルギーを回収するとエンジン出力が52%，排気ガスによる損失が35%，エンジンのボディから逃げる熱損失が5%，及びエンジン駆動に伴う機械損失が8%になる。これらの現象を考慮すると、断熱エンジンでは、排気ガスエネルギーを回収して排気ガス損失を低減すれば、熱効率をアップできることになるので、断熱エンジンでは排気ガスエネルギーを如何なるシステムによって回収するかの問題がある。

【0006】そこで、ターボチャージャの後流に熱交換器を設けたランキンサイクルによって排気ガス熱エネルギーを回収することが考えられる。ターボチャージャを通過した排気ガスから熱エネルギーを回収する方法としてランキンサイクルが知られている（例えば、特開平11-6601号公報）。該ランキンサイクルは、媒体として水を使用し、該水を排気ガスの熱エネルギーで蒸気に変換し、蒸気エネルギーを動力変換し、再び蒸気を復水させるものであるが、該ランキンサイクルでは、復水器等を必要とし、装置全体が大型になると共に、装置自体の構造が複雑になるという問題がある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】この発明の目的は、上記の問題を解決することであり、燃焼室から排出される排気ガスでターボチャージャを駆動し、ターボチャージャから排出された排気ガスが有する熱エネルギーを熱交換器によって回収し、更に、熱交換器から排出される排気ガスの一部を水分離器を通じて燃焼室へ再循環させ、燃焼室へ再循環させる排気ガスとターボチャージャから排出する排気ガスとが有する熱エネルギーで水を蒸気に変換し、発生した蒸気をターボチャージャのタービンに送り込んでタービンの回転力をアップし、排気ガスから熱エネルギーを有効に回収して熱効率をアップさせるエネルギー回収装置を備えたエンジンを提供することである。

【0008】この発明は、燃焼室からの排気ガスを流す排気管に設けられたターボチャージャ、前記ターボチャージャのタービンの後流に設けられた第1熱交換器、前記第1熱交換器を通過した前記排気ガスの一部をEGRガスとして前記燃焼室に送り込むため前記排気管に設けられたEGR制御弁、前記コンプレッサから送り出される吸気を水で冷却する第2熱交換器、及び前記第1熱交換器によって排気ガスエネルギーによって発生した排気ガス圧より若干高い圧の蒸気を前記タービンに送り込むため前記タービンの上流側に設けられた合流制御弁から成るエネルギー回収装置を備えたエンジンに関する。

【0009】このエンジンには、前記EGR制御弁から送り込まれた前記EGRガスを前記ターボチャージャのコンプレッサを通じて前記燃焼室に送り込むため、前記EGRガスから水分を分離する水分離器が吸気系に設かれている。

【0010】このエンジンには、前記第2熱交換器を通った前記EGRガスと前記吸入空気から水分を分離する

別の水分離器が前記第2熱交換器の後流の吸気管に設けられている。また、このエンジンは、前記第2熱交換器に前記水を供給すると共に前記第2熱交換器で加熱された熱湯を前記第1熱交換器に加圧供給する水ポンプ、及び前記第1熱交換器の熱湯導入部に設けられた噴射ノズルを備えている。

【0011】前記ターボチャージャは、前記タービンと前記コンプレッサとを連結するシャフトに設けられた発電・電動機を有する。また、前記燃焼室はセラミック材で遮熱構造に構成されている。

【0012】前記EGR制御弁は、エンジンの作動状態に応じて前記燃焼室へ供給する前記EGRガスの流量を制御する。また、前記水ポンプは、エンジンの作動状態に応じて前記第1熱交換器と前記第2熱交換器へ供給する水量を制御する。更に、前記合流制御弁は、エンジンの作動状態に応じて前記タービンへ供給する蒸気流量を制御する。

【0013】このエネルギー回収装置を備えたエンジンは、上記のように、燃焼室へ再循環させる排気ガスとターボチャージャから排出する排気ガスとが有する熱エネルギーで水を蒸気に変換し、発生した蒸気をターボチャージャのタービンに送り込んでタービンの回転力をアップするので、排気ガスの熱エネルギーを蒸気エネルギーに変換して動力として回収してエネルギー回収量を増大させることができ、エンジン効率がアップし、熱効率を向上させることができる。即ち、このエンジンでは、排気ガスエネルギーの回収率は、排気タービンにより8%程度、蒸気エネルギーによって6%程度回収でき、トータルで14%の回収率にすことができ、エンジン効率を42%とすると、トータルの熱効率は56%という極めて高いものになる。

【0014】即ち、タービンは、回転数、圧力比及びタービン効率に関する特性は、回転数が上がれば、圧力比が上がり、その結果、タービン効率が上昇する方向（例えば、70%から85%への効率の領域）に移行するようになる。そこで、この発明は、蒸気が排気ガスより重く、その蒸気をタービンを回転させるのに利用できれば、タービン効率が上がり、タービンによる仕事即ちトルクが大きくなるということに着眼し、排気ガスエネルギーを利用して熱交換器で発生した蒸気をターボチャージャのタービンへ再度供給し、タービン効率を向上させたものである。また、この発明は、蒸気をタービンの駆動に利用した場合に、ターボチャージャから排出する排気ガスの一部をEGRガスとしてそのまま利用すると、蒸気が冷却することによって水滴が発生するので、EGRシステムに水分離器を設け、排気ガスから水を分離してドライなEGRガスにし、多量のEGRガスを燃焼室に供給してNO<sub>x</sub>の発生を抑制するものである。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明

によるエネルギー回収装置を備えたエンジンの実施例を説明する。図1はこの発明によるエネルギー回収装置を備えたエンジンの一実施例を示す概略説明図である。

【0016】図1に示すように、このエネルギー回収装置を備えたエンジン1は、例えば、吸入行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程の4つの行程を順次繰り返すことによって作動されるものであり、定置式のコーチェネレーションシステムにおける負荷変動が小さいエンジンに適用することが好ましいものである。このエネルギー回収装置を備えたエンジン1は、天然ガス等のガス体、軽油、ガソリン等を燃料とし、例えば、コーチェネレーションシステムや自動車用エンジンに適用できるものである。エンジン1は、多気筒エンジンに構成され、各燃焼室2からの排気ガスを排出するため排気マニホールド31と、吸気通路25を通じて燃焼室2へ吸気を供給するため吸気マニホールド27とを備えている。吸気通路25からの吸気空気とEGRガスとは吸気マニホールド27を通じて各気筒の燃焼室2へ供給され、また、各燃焼室2からの排気ガスは排気マニホールド31によって集合して排気管12へ排出される。燃焼室2は、セラミック部材、遮熱層等によって遮熱構造に構成されている。

【0017】エンジン1は、特に、燃焼室2から排出された排気ガスを流す排気系に設けられた一種のランキンサイクル（復水器を備えていない）で発生した蒸気をターボチャージャ3のタービン20へ供給してタービン20の駆動力をアップし、更に発電・電動機22とコンプレッサ21を駆動して排気ガスエネルギーを回収するエネルギー回収装置を有すると共に、排気ガスの一部をEGRガスとして燃焼室2に再循環させるEGR装置に設けた水分離装置を有することを特徴とする。

【0018】エンジン1は、燃焼室2から排出される排気ガスを流す排気管12に設けられたターボチャージャ3、ターボチャージャ3の後流の排気管13に設けられた熱交換器4（第1熱交換器）、及び熱交換器4を通過した排気ガスの一部をEGRガスとして燃焼室2に送り込むため熱交換器4の後流の排気管14に設けられたEGR制御弁7を有する。ターボチャージャ3は、排気ガスで駆動されるタービン20、タービン20を連結したシャフト23に取り付けられたコンプレッサ21及びタービン20とコンプレッサ21との間でシャフト23に設けられた発電・電動機22から構成されている。発電・電動機22は、タービン20の回転力を電力として取り出して排気ガスエネルギーを電気エネルギーとして回収することができる。

【0019】エンジン1では、EGR制御弁7からの排気ガスをターボチャージャ3のコンプレッサ21に送り込むため、EGR制御弁7から延びるEGRガス通路16がコンプレッサ21へ吸入空気を供給する吸気通路17に連結され、EGRガス通路16と吸気通路17との合流部に水分離装置8が設けられている。吸入空気は、

エアクリーナ28を通じて水分離装置8へ供給され、水分離装置8でEGRガスと混合され、水分が除去されたガスを吸気として燃焼室2へ供給され、水分はドレン管33から外部へ排水されるようになる。更に、コンプレッサ21から送り出される吸気は、熱交換器5（第2熱交換器）で冷却され、次いで吸気に含まれる水分を分離する水分離装置11を通じて吸気マニホールド27からそれぞれの燃焼室2へ供給される。水分離装置11で分離された水分はドレン管34から外部へ排水される。

【0020】水ポンプ9によって送り込まれる水道、水タンク等の水は、水通路26から熱交換器5（第2熱交換器）を通過し、コンプレッサ21から送り出されるEGRガスと吸入空気から成る吸気の熱エネルギーによって加熱されて熱湯となり、次いで、熱湯が噴射ノズル50によって熱交換器4に噴霧して送り込まれる。一方、コンプレッサ21から熱交換器5に送り込まれた空気とEGRガスとからなる吸気は、水ポンプ9からの水で冷却され、それによって飽和水蒸気圧が低下し、若干の水分が発生するので、その水分が水分離装置11で分離され、冷却され且つ水分が分離された吸気が燃焼室2へ供給され、水分はドレン管34から外部へ排水される。

【0021】また、エンジン1は、EGR装置を備えている。EGR装置は、熱交換器4の後流の排気管14に設けられたEGR制御弁7によってエンジン1の作動状態に応じて排気ガス流量が制御されるように構成されている。エンジン1には、エンジン負荷を検出する負荷センサ29、エンジン回転数を検出する回転センサ30及び排気ガス温度を検出する温度センサ32が設けられている。コントローラ10は、負荷センサ29、回転センサ30及び温度センサ32からの検出信号、即ち、エンジンの作動状態に応じてEGR制御弁7によって排気ガス流量即ちEGRガス流量が制御されると共に、水ポンプ9及び合流制御弁6によって熱交換器4、5へ供給する水流量及びタービン20へ供給する蒸気量が制御され、最適なエネルギー回収システムを構成することができる。EGR制御弁7からEGRガス通路16に送り込まれた排気ガスは、水分離装置8によって水分が分離されると共に、エアクリーナ28から取り入れられた吸入空気と混合されてドライなEGRガスと空気とから成る吸気を生成する。

【0022】熱交換器5から水・蒸気通路24を通じて熱交換器4へ送り込まれた热水及び/又は蒸気は、熱交換器4の热水導入口に設けた噴射ノズル50によって熱交換器4へ噴霧され、噴霧された熱湯即ち热水は蒸気熱交換器4において排気ガスの熱エネルギーで加熱されて高温蒸気に変換される。熱交換器4で生成された高温蒸気は、蒸気通路19を通じて合流制御弁6によって蒸気流量が制御されて排気管12へ送り込まれる。排気管12へ送り込まれた高温蒸気は、排気ガスと混合され、ターボチャージャ3のタービン20に働き、タービン20の

7  
駆動力をアップする。言い換えれば、熱交換器5で加熱された水は、更に熱交換器4で加熱されて高温蒸気となり、その蒸気エネルギーは、タービン20に与えられ、エネルギー回収装置の一部を構成している。また、コントローラ10は、発電・電動機22の発電機運転によって発電した電力を補機で消費したり、或いはバッテリに蓄電する制御を行う。コントローラ10は、場合によっては、発電・電動機22を電動機運転し、バッテリに蓄電した電力を使用してコンプレッサ21による過給等を行う制御をする。

【0023】熱交換器4及び熱交換器5は、それらの構造の詳細に示していないが、例えば、内部に多孔質セラミック部材等の熱接触面積を増大させる構造を有している。また、発電・電動機22で発電された電力は、バッテリに蓄電されたり、補機を駆動するのに消費される。このエンジン1では、熱交換器4、5で加熱された水は、高温蒸気に変換され、タービン20を駆動し、排気ガス中に含まれた状態で排気管15から排出されると共に、水分離装置8、11で蒸気や吸気から分離されてドレン管33から外部に排出されるので、このランキンサイクルは復水器を備えておらず、構造が簡素化されている。

#### 【0024】

【発明の効果】この発明によるエネルギー回収装置を備えたエンジンは、上記のように構成されているので、熱交換器で回収した排気ガスの熱エネルギーをタービンを駆動して回収して熱効率を向上し、排気ガスの一部をEGRガスとして燃焼室に供給し、NO<sub>x</sub>の発生を低減する。即ち、このエンジンは、第1熱交換器で熱エネルギーが回収された排気ガスの一部はEGRガスとしてコンプレッサで過給され、更にEGRガスと吸入空気とから成る吸気が第2熱交換器で更に冷却され、燃焼室に多量のEGRガスを供給でき、NO<sub>x</sub>の発生を低減できる。

【0025】また、第1と第2の熱交換器で加熱された水は高温蒸気になってターボチャージャのタービンを駆動する。

\* 動するエネルギーとして回収され、タービンの駆動力は発電・電動機による発電として電力エネルギーに変換されると共に、コンプレッサを作動するのに消費され、排気ガスエネルギーは有効に回収され、熱効率を向上できる。更に、このエンジンは、コントローラによってEGRガス流量がエンジンの作動状態で制御され、排気ガス温度に応じて第2熱交換器へ送り込まれる水流量が制御され、極めて適正なエネルギー回収装置を提供することができる。このエンジンは、従来のようなエネルギー回収タービンに比べて、熱交換器によって排気ガスの熱エネルギーが回収されるので、従来のような背圧による損失がなく、また、有効に排気ガスの熱エネルギーが回収されるので、燃費を低減することができる。

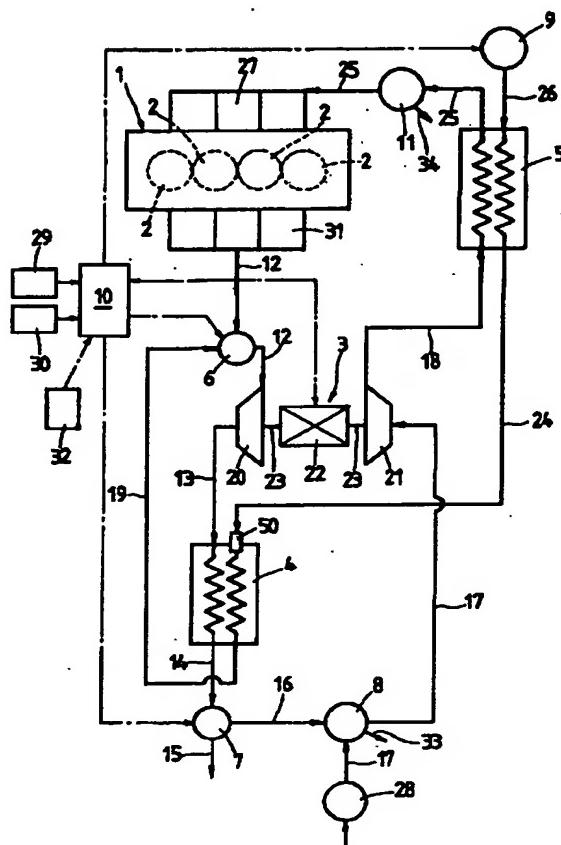
#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明によるエネルギー回収装置を備えたエンジンの一実施例を示す概略説明図である。

#### 【符号の説明】

- |                |              |
|----------------|--------------|
| 1              | エンジン         |
| 2              | 燃焼室          |
| 3              | ターボチャージャ     |
| 4              | 熱交換器（第1熱交換器） |
| 5              | 熱交換器（第2熱交換器） |
| 6              | 合流制御弁        |
| 7              | EGR制御弁       |
| 8, 11          | 水分離装置        |
| 9              | 水ポンプ         |
| 10             | コントローラ       |
| 12, 13, 14, 15 | 排気管          |
| 16             | EGRガス通路      |
| 17, 18, 25     | 吸気通路         |
| 19             | 蒸気通路         |
| 20             | タービン         |
| 21             | コンプレッサ       |
| 22             | 発電・電動機       |
| 24             | 水・蒸気通路       |

[図 1]



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
F 02 D 23/00  
F 02 G 5/04  
F 02 M 25/07

識別記号

F I  
F 0 2 D 23/00  
F 0 2 G 5/04  
F 0 2 M 25/07

テーマコード（参考）

580